

**ZASTOSOWANIE
GEOFIZYCZNYCH BADAŃ ELEKTROOPOROWYCH
W ROZPOZNANIU MORFOLOGII ANTROPOGENICZNEJ
NA PRZYKŁADZIE ZAMKU BŁOGOSŁAWIONEJ SALOMEI
W GRODZISKU POD SKAŁĄ (MAŁOPOLSKA)**

**Application of geophysical resistivity methods to recognition
of anthropogenic morphology
– a case history of the Blessed Salomea castle
in Grodzisko near Skała (Małopolska province, south Poland)**

Witold DOMOGALLA¹ & Włodzimierz J. MOŚCICKI²

¹*ul. Korfantego 22/58, 40-005 Katowice; e-mail: domogalla@poczta.fm*

²*Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska,
Zakład Geofizyki; al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: moscicki@geol.agh.edu.pl*

Treść: Historia zabytkowego zespołu architektoniczno-krajobrazowego w Grodzisku sięga średnio-wiecza. Szczególnego charakteru nabrał on w XVII wieku, gdy powstało symboliczne założenie archi-tektoniczne, upamiętniające błogosławioną Salomeę. Zespół ten był obiektem badań historycznych i archeologicznych między innymi w latach 60. i 90. XX wieku oraz w roku 2003. Znaczną rolę w planowaniu i analizie wykonanej prospekcji archeologicznej odegrały badania geoelektryczne. Me-todą penetracyjnego profilowania oporności stwierdzono występowanie rozróżnialnych nawarstwień kulturowych na terenie obwałowań majdanu grodziska. Metodą tomografii elektrooporowej wykryto w otoczeniu kościoła strefy anomalne, które mogły być identyfikowane z podziemnymi pozostałościami architektonicznymi. Wyniki pomiarów geoelektrycznych zostały potwierdzone pracami wykopalis-kowymi. Nie ulega wątpliwości, że odnalezione mury, zapewne dwutraktowej, budowli mieszkalno-obronnej są jednym z najstarszych tego typu przykładów *architectura militaris* na ziemiach polskich.

Słowa kluczowe: Grodzisko pod Skałą, badania archeologiczne, badania geofizyczne, badania elektro-oporowe, geoelektryczne badania penetracyjne, obrazowanie elektrooporowe

Abstract: Monumental archaeological and landscape complex in Grodzisko is located within Ojcow-ski National Park (Małopolska province, south Poland). The complex was investigated historically and archaeologically in 60-ties and 90-ties of the XX century and lately in 2003. Results of geophys-ical research played an important role in planning archaeological excavations and analysis of histori-cal events. The methods used were penetrometer-based resistivity profiling and DC resistivity imag-ing. The first method was used for recognition of different cultural accumulation layers within em-bankments of the courtyard. Resistivity imaging made along five lines located near historical church discovered distinct high-resistivity zones. These zones reflected the presence of underground frag-ments of historical walls confirmed later by the archaeological excavation works. Complex analysis of historical and archeological data leads to the opinion that discovered walls are remnants of the building of defense-residential character, probably one of the oldest examples of the *architectura militaris* on the area of Poland.

Key words: Grodzisko near Skała, archaeological research, geophysical methods, DC resistivity re-search, penetrometer-based geoelectrical measurements, resistivity imaging

WSTĘP

Badania geofizyczne od szeregu lat wykorzystywane są w prospekcji archeologicznej również w Polsce (Miśkiewicz 1999). Czasami ich zastosowanie i interpretacja wyników pomiarów są oczywiste, jak np. przy poszukiwaniu starodawnych piecowisk (dymarek). Najczęściej stosowana w tym celu metoda magnetometryczna idealnie nadaje się do wykrywania pozostałości ferromagnetycznych obecnych na takich stanowiskach archeologicznych. W przypadku metody elektrooporowej sytuacja jest mniej klarowna. Składa się na to kilka przyczyn. Pierwsza to fakt, że podstawowy parametr wykorzystywany w badaniach elektrooporowych – elektryczna oporność właściwa – nie jest cechą charakterystyczną tylko obiektów archeologicznych, ale dotyczy wszystkich elementów rozpoznawanego ośrodka. Zarówno tych pochodzenia antropogenicznego, jak i naturalnych, np. lokalnej budowy geologicznej. Ponadto oporność elektryczna silnie zależy od stanu fizycznego, w jakim znajduje się dany ośrodek, a zwłaszcza od zawilgocenia. Oddziaływanie warunków klimatycznych (opady, wysychanie) i hydrologicznych może więc mieć istotny wpływ na właściwości fizyczne obiektów archeologicznych, które występują najczęściej bardzo płytko, do kilku metrów poniżej powierzchni ziemi. Następną sprawą jest umiejętne zaplanowanie badań, dobór metodyki i poprawne wykonanie pomiarów. Kolejna przyczyna związana jest z dość złożoną naturą anomalii elektrooporowych nawet dla stosunkowo prostych modeli ciał anomalnych (obiektów podziemnych). W związku z tym interpretacja geofizyczna, poprzedzająca interpretację archeologiczną, wymaga sporego doświadczenia.

Przykład, który przedstawiono poniżej, dotyczy wykorzystania powierzchniowych, wielopoziomowych profilowań elektrooporowych oraz penetracyjnego profilowania oporności do planowania prac wykopaliskowych na terenie Grodziska k. Skały. Podane jest tło historyczne i archeologiczne obiektu, a wyniki przeprowadzonych wykopalisk omówione są z uwzględnieniem rezultatów wykonanych *a priori* badań geofizycznych. Pozwala to ocenić ich przydatność w tego rodzaju zagadnieniach. Wyniki badań geofizycznych mogą zarówno ukierunkowywać prace wykopaliskowe, jak i stanowić inspirację do formułowania koncepcji przebiegu zdarzeń historycznych. W artykule poświęcono sporo miejsca na omówienie zaktualizowanego stanu wiedzy archeologiczno-architektonicznej o badanym zespole zabytkowym.

GRODZISKO KOŁO SKAŁY – RYS HISTORYCZNY

Zabytkowy zespół architektoniczno-krajobrazowy w Grodzisku znajduje się w obrębie Ojcowskiego Parku Narodowego (Małopolska), w odległości ok. 1.8 km na zachód od miasta Skała (Fig. 1). Usytuowany jest na wysokości od 389 do 406 m n.p.m. na skalnym cyplu zbudowanym z wapieni jurajskich, górującym ok. 50 m nad doliną Prądnika. Obejmuje teren średniowiecznego grodziska, na którego obszarze w XVII wieku powstało symboliczne założenie architektoniczne, upamiętniające błogosławioną Salomeę w związku z jej beatyfikacją. Autorem tego barokowego założenia był Sebastian Piskorski, profesor Akademii Krakowskiej i spowiednik krakowskich klarysek (Piskorski 1691).

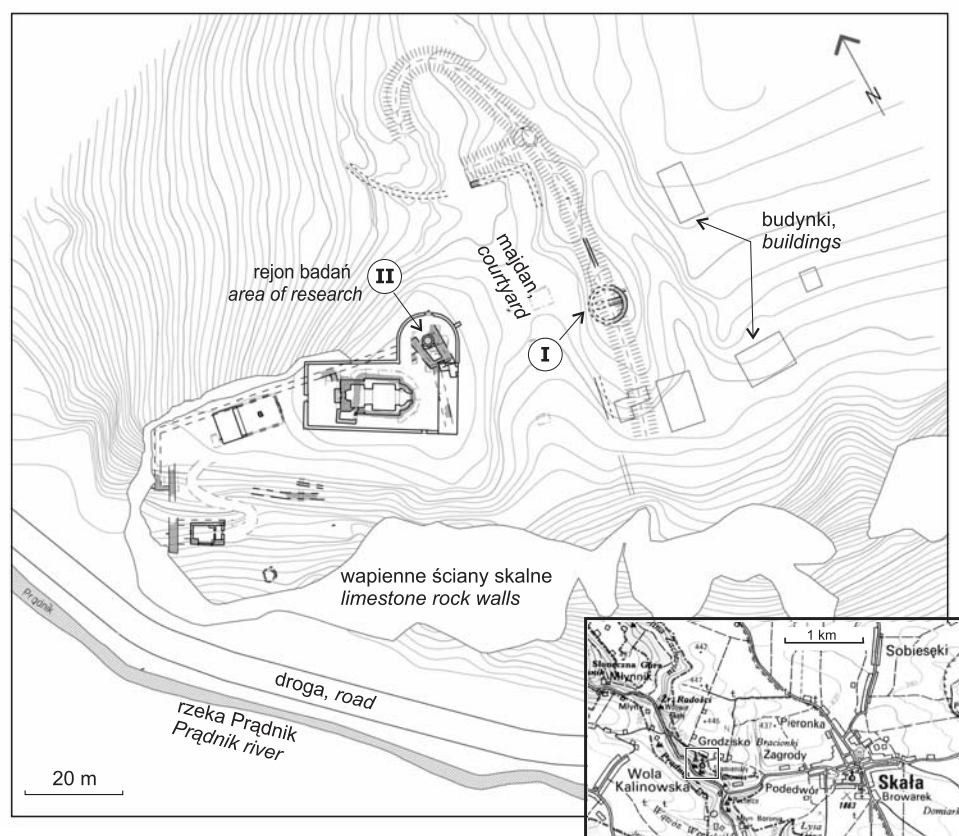


Fig. 1. Lokalizacja badań geofizycznych i archeologicznych na terenie Grodziska koło Skały

Fig. 1. Location of geophysical and archaeological surveys in Grodzisko near Skała (Małopolska province, south Poland)

Dzieje tego zespołu były tematem wielu opracowań z zakresu historii sztuki i architektury (Dreścik 1987). Na początku lat 60. ubiegłego wieku badania architektoniczno-archeologiczne prowadził tutaj zespół kierowany przez Wiktora Zina i Andrzeja Żakiego (Zin & Grabski 1969). Badania te ograniczyły się jedynie do wstępnego rozpoznania posadowienia barokowego kościoła. Przyniosły one odkrycie fundamentów wcześniejszego, romańskiego kościoła jednonawowego, zamkniętego od wschodu absydą. Badania te nie miały, niestety, kontynuacji. Dopiero 30 lat później, w 1995 roku, za namową profesora Zina, Witold Domogalla podjął ponowne badania Grodziska (Domogalla 2005). Badania *in situ* poprzedzono szczegółowymi badaniami historycznymi. Dodatkowo, aby wstępnie rozpoznać teren pod kątem obecności reliktywów substancji architektonicznej, przygotowano nowy podkład geodezyjny i poprzedzono planowanie miejsc sondażu archeologiczno-architektonicznych rozpoznaniem geofizycznym z zastosowaniem metody elektrooporowej i georadarowej. Najbardziej przydatne na tym obiekcie okazały się wyniki pomiarów elektrooporowych i tylko one są omawiane w niniejszym artykule. Zastosowano dwie metody badawcze: penetracyjne

profilowanie oporności oraz wielopoziomowe profilowania elektrooporowe. Pierwsza z metod jest techniką inwazyjną i polega na wciskaniu lub wbijaniu w luźne osady specjalnej, małośrednicowej sondy, która pozwala określić właściwą oporność elektryczną ośrodka (Antoniuk & Mościcki 1994). Krok pograżania sondy może być bardzo mały, co umożliwia precyzyjne rozpoznanie zmienności oporności ośrodka w profilu pionowym. Druga z metod znana jest obecnie pod nazwą „obrazowanie elektrooporowe” (*resistivity imaging* lub czasami ERT – *Earth Resistivity Tomography*) i przeżywa gwałtowny rozwój od lat 90. ubiegłego wieku (np. Dahlin 1996, Mościcki & Antoniuk 1999). Oprócz zrewolucjonizowania techniki pomiarowej związanego z rozwojem technologii cyfrowej najistotniejszym postępem było stworzenie programów komputerowych umożliwiających 2D, a nawet 3D, interpretację wyników badań terenowych (Barker & Loke 1996a, b, Loke 2003).

PRACE ARCHEOLOGICZNE I GEOFIZYCZNE

Badania archeologiczno-architektoniczne prowadzono z przerwami, w 1996 i 2003 roku. W pierwszej fazie badań, w 1996 roku, ograniczono się jedynie do wykonania rekonesansu geofizycznego i sondaży archeologicznych. Niestety, sondaże wykonano tylko w obrębie majdanu grodziska, gdyż nie uzyskano zgody na weryfikację rozpoznania geofizycznego metodami archeologicznymi. Stało się to możliwe dopiero siedem lat później. Tak więc, nadarzyła się wówczas okazja do oceny skuteczności i przydatności rozpoznania geofizycznego. Opisywane poniżej prace geofizyczne wykonano w dwóch rejonach: I – na wałach grodziska, oraz II – na terenie półkolistego cmentarza (Fig. 1). Ich wyniki wykorzystano do zaplanowania prac wykopaliskowych i do ich późniejszej interpretacji.

Rejon I

Miejsca do przeprowadzenia prac archeologicznych wyznaczono z uwzględnieniem wyników penetracyjnego profilowania oporności (PPO) na wałach grodziska. Pomiar penetracyjny wykonano na dwóch wytypowanych stanowiskach. Krok zagłębiania sondy pomiarowej wynosił 2 cm. W obu przypadkach stwierdzono występowanie powtarzalnego, dosyć zróżnicowanego rozkładu oporności z głębokością (Fig. 2A). To zróżnicowanie oporności znalazło odbicie w charakterze jakościowym przebijanych utworów, widoczne w wykonanych później odkrywkach. Istnienie warstwy kontrastującej o wiele ciemniejszym zabarwieniem i obecnością węgla zaobserwowano też po naturalnych osunięciach się części wału w 1996 roku. Wyniki PPO oraz bezpośrednich obserwacji na wałach pozwoliły na sformułowanie hipotezy o co najmniej dwu fazach chronologicznych wału, rozdzielonych warstwą spalenizny. W celu zweryfikowania tej hipotezy oraz identyfikacji murów na koronie wałów wyznaczono rejon badań archeologicznych przy okrągłej budowli murowanej, rozpoznanej wstępnie jako dom pustelnika Aleksandra Soboniowskiego. Wykop na wałach założono w narożniku pomiędzy domniemaną przyporą a murem południowej ściany budowli od jej domniemanego wnętrza. Od strony południowej objął on swym zasięgiem koronę odkrytego muru i część stoku wału. Zachodnia ściana wykopu została usytuowana w miejscu wcześniejszego PPO. Umożliwiało to obserwację i porównanie profilu archeologicznego wykopu z profilem opornościowym PPO.

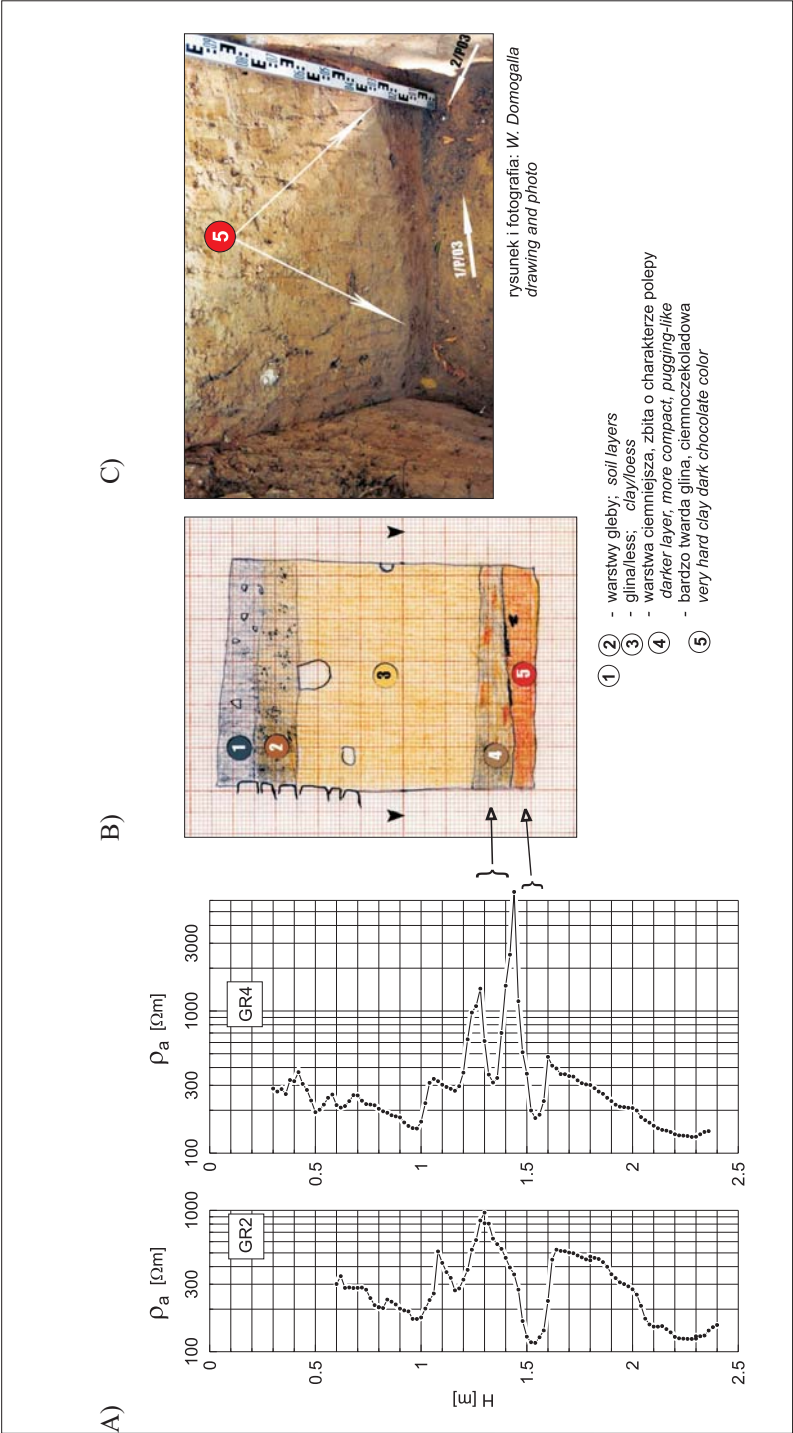


Fig. 2. Wyniki geoelektrycznych badań penetracyjnych w rejonie I: A) wykresy penetracyjnego profilowania oporności; B) wyniki prac wykopaliskowych; C) miejsca poboru próbek do oznaczeń radiowęglowych

Fig. 2. Results of the penetrometer-based geoelectrical measurements in the research area no. I: A) graphs of the penetrometer-based resistivity profiling; B) results of excavations; C) sampling points for radiocarbon dating

W zasadniczej części, na głębokości ok. 80 cm, osiągnięto stopę fundamentową, zarówno muru zewnętrznego, jak i wewnętrznej domniemanej przypory. Analiza przebiegu muru pozwoliła na ustalenie, że jego grubość nie przekraczała 0.8 metra, a promień okrągłej budowli, którą on tworzył, wynosił 3.60 m. Budowlę zidentyfikowano jako dom – Pamiątkę Aleksandra Soboniowskiego. Wykop osiągnął warstwę spalenizny w postaci drobnych węgli drzewnych, w której znaleziono kość zwierzęcą (kozią) i jeden drobny fragment średniowiecznej ceramiki. Warstwa ta, zgodnie ze skłonem wału lekko nachylona, zalegała na głębokości 1.4–1.5 metra, odpowiadającej w PPO przejściu pomiędzy anomalią wysoko- i niskooporową (Fig. 2A). Datowanie pobranych szczątków organicznych metodą radioizotopową ^{14}C wskazało na wczesną chronologię tej warstwy – 95.4% *ante* 1000 AD i 68.2% *ante* 890 AD (Domogalla 2005). Miejsce poboru opisaną próbkę pokazano na figurze 2C. Przedstawione wyniki pozwoliły potwierdzić założoną hipotezę i domniemywać, że warstwa ta stanowi granicę chronologiczną pierwszej fazy wału grodziska.

Rejon II

Jako drugi, a jednocześnie główny rejon badań archeologicznych wyznaczono obszar, na którym spodziewano się odnaleźć podziemne pozostałości murowanych konstrukcji. Obszar ten obejmował północno-wschodni rejon półkolistego cmentarza wraz z kolumną błogosławionej Salomei (Fig. 1, 7).

Badania elektrooporowe wykonano wzdłuż pięciu prostoliniowych profilów. Z uwagi na bardzo ograniczony powierzchniowo teren pomiarów elektrody na profilach rozmieszczano co 0.5 m i z konieczności stosowano nieduże układy pomiarowe. Były to układy symetryczne, czterelektrodowe o rozstawach: A0.5M05.N0.5B; A1M1N1B; A2M1N2B; A3M1N3B i A4M1N4B (liczby podają odległości między elektrodami w metrach). Zapewniły one elektrooporowe rozpoznanie ośrodka do głębokości ok. 1.5–2 m.

Poniżej przedstawiono rezultaty badań wykonanych na dwóch, najbardziej interesujących profilach: A i B. Na figurze 3A pokazane są wyniki profilowania wszystkimi układami pomiarowymi na profilu A. Widać wyraźnie, że od strony północnej, czyli wejścia na teren cmentarza, rejestrowane oporności pozorne są zdecydowanie wyższe niż po stronie południowej, między wejściem do kościoła a kapelanką (domem kapelana). Podobna sytuacja występuje na równoległym profilu B, przesuniętym o kilka metrów na zachód (Fig. 4A). Oba profile zostały ostatnio powtórnie zreinterpretowane z wykorzystaniem najnowszego oprogramowania do inwersji danych z metody *resistivity imaging* (program RES2DINV – Geotomo Software). Rezultatem tej interpretacji są dwuwymiarowe, ilościowe przekroje geoelektryczne przedstawione w dolnej części (na figurach 3B, C oraz 4B, C. Pokazane są wyniki zastosowania dwóch, różnych opcji interpretacyjnych: robust i standardowej (defaultowej). Pierwsza z nich prowadzi do uzyskania bardziej „ostrych” granic między różnymi opornościowo fragmentami ośrodka. Opcja interpretacji standardowej zakłada natomiast, że granice te są bardziej płynne, jak to często ma miejsce w rzeczywistych ośrodkach geologicznych, zwłaszcza czwartorzędowych. Można sądzić, że w przypadku anomalii antropogenicznych (mury, fragmenty architektury podziemnej) interpretacja robust jest bardziej prawdopodobna (poprawna).

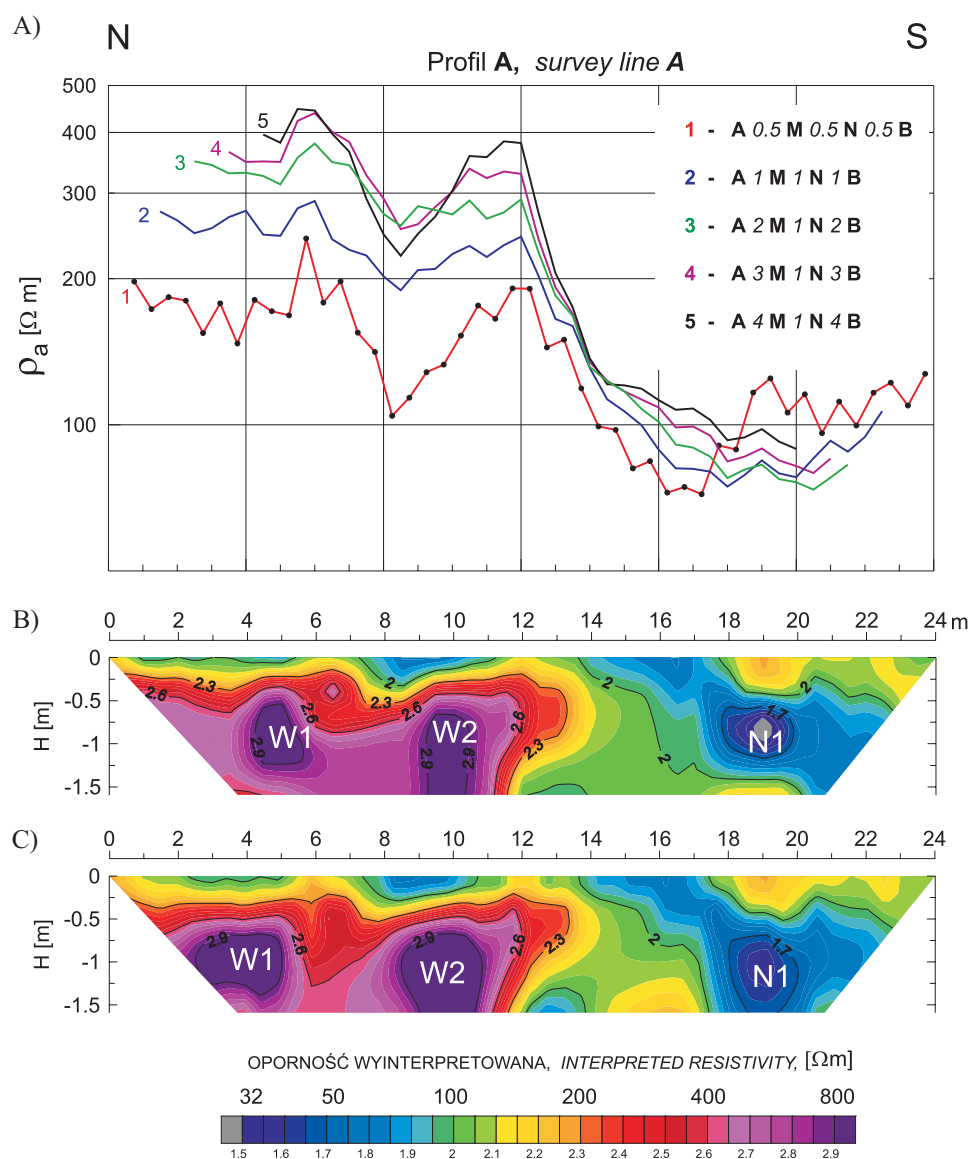


Fig. 3. Wyniki profilowania elektrooporowego na profilu A: A) wykresy profilowania dla podanych układów pomiarowych; B) interpretacja z wykorzystaniem opcji robust programu RES2DINV; C) interpretacja z wykorzystaniem opcji standard (defaultowej) programu RES2DINV

Fig. 3. Results of the DC resistivity profiling along survey line A: A) apparent resistivity graphs for arrays indicated; B) data inversion with RES2DINV program, option robust; C) data inversion with RES2DINV program, option standard (default)

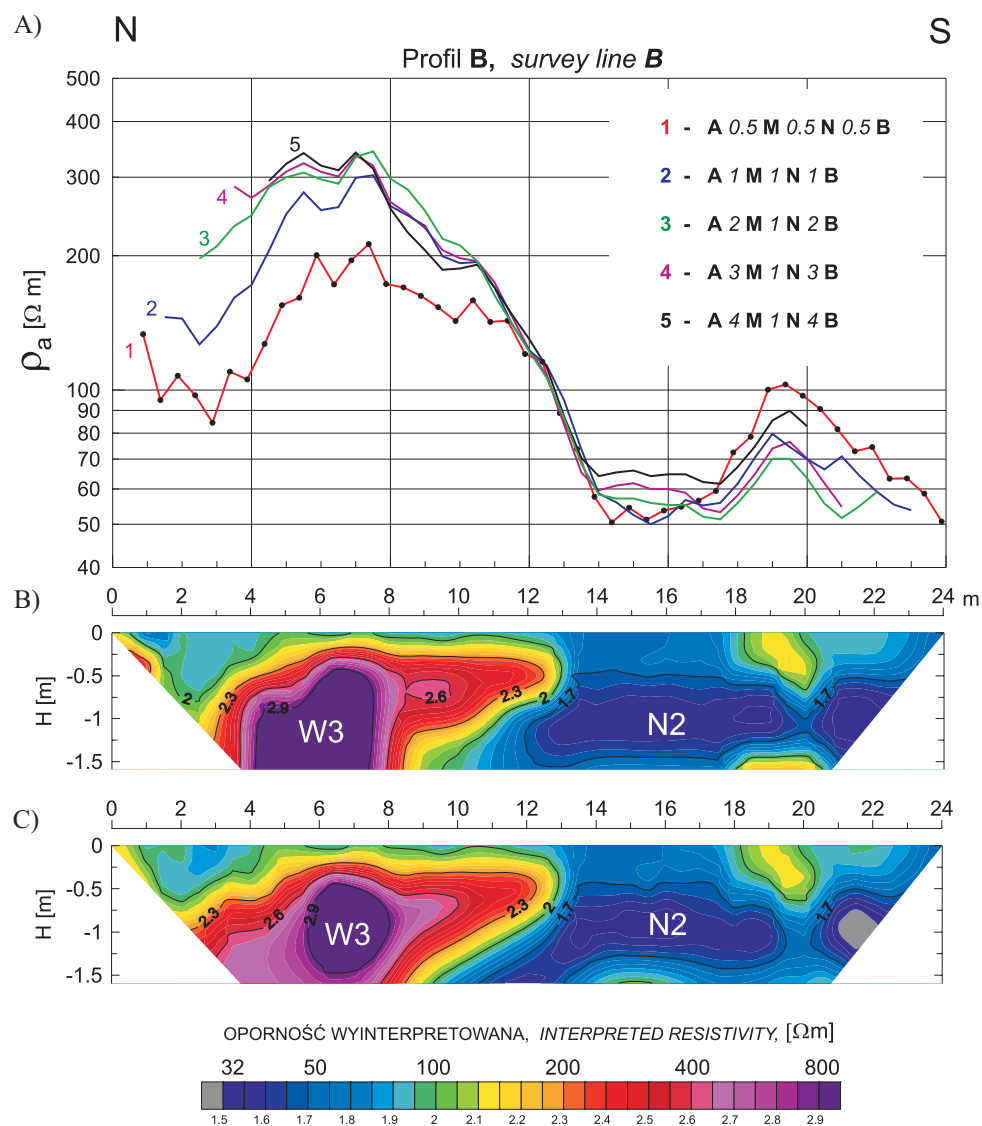


Fig. 4. Wyniki profilowania elektrooporowego na profilu B: A) wykresy profilowania dla podanych układów pomiarowych; B) interpretacja z wykorzystaniem opcji robust programu RES2DINV; C) interpretacja z wykorzystaniem opcji standard (defaultowej) programu RES2DINV

Fig. 4. Results of the DC resistivity profiling along survey line B: A) apparent resistivity graphs for arrays indicated; B) data inversion with RES2DINV program, option robust; C) data inversion with RES2DINV program, option standard (default)

Przeprowadzona interpretacja pozwoliła wyznaczyć w ośrodku bardzo wyraźne anomalie wysokooporowe, oznaczone symbolami W1, W2 i W3, które z dużą pewnością można było kojarzyć z obecnością pozostałości murowanych konstrukcji. Centralne fragmenty tych anomalii, cechujące się opornościami dochodzącymi do 1000 m (barwy fioletowe), można wiązać z podziemnymi, zachowanymi murami, a inne strefy wysokooporowe (barwy czerwone) – z obecnością gruzu i/lub elementów zniszczonych budowli. Dodatkowo w przekrojach zaznaczyły się wyraźnie strefy niskooporowe N1 i N2, świadczące o tym, że teren ten może być wypełniony utworami nasypowymi typu glina/il/less lub innymi pozostałościami niskooporowymi. W celu lepszego, jakościowego zobrazowania korelacji między profilami elektrooporowymi wykonano mapy powierzchniowego rozkładu oporności pozornej dla wszystkich układów pomiarowych (Fig. 5). Bardzo wyraźnie widać strefowość w rozkładzie oporności ośrodka. Na figurze tej przedstawiono również rozmieszczenie wykonanych wykopów i odkryte mury.

Prace archeologiczne w 2003 roku zaplanowano z wykorzystaniem informacji dostarczonych przez badania elektrooporowe. Na terenie cmentarza założono wykop oznaczony nr II/03, który w miarę postępu badań był rozszerzany. Od południa wykop opierał się o północną ścianę domku kapelana, umożliwiając zbadanie związków fundamentów tej budowli ze średniowiecznymi konstrukcjami i zweryfikowanie hipotezy o średniowiecznej metryce piwnicy pod kapelanką, gdzie przeprowadzono badania ratownicze, uczytelniając profil zasypu (wykop nr IV). Odsłonięto dwa kamienne mury. Na figurze 6 oraz 7 oznaczone są one literami A i B. Nie ulega wątpliwości, że są one skorelowane z anomaliami wysokooporowymi oznaczonymi na figurach 3 i 4 odpowiednio symbolami W1 oraz W2-W3. Mury były wykonane z kamienia wapiennego spajanego zaprawą wapienną z dużym dodatkiem glin ilastych, w celu poprawienia jej odporności na wodę. Zaprawa ta zachowała się w doskonałym stanie, izolując wnętrze muru od wpływów wody deszczowej i utrzymując je w stanie niskiego zawilgocenia, co znalazło odbicie w bardzo znacznych wartościach wyinterpretowanych oporności charakteryzujących anomalie W1, W2 i W3. Przestrzeń pomiędzy murami okazała się pomieszczeniem piwnicznym lub przyziemiem wyposażonym dawniej w sklepienie kolebkowe, obecnie na prawie całej długości pomieszczenia zawalone, i wypełnionym bardziej lub mniej zwięzłym rumoszem powstałym w wyniku destrukcji tegoż muru i sklepienia. Mała zwięzłość rumoszu, w wyniku której zasyp pomieszczenia piwnicznego był praktycznie suchy, i duża ilość wapiennych bloków kamiennych tłumaczą znaczną oporność pozorną tych nawarstwień widoczną na jakościowych mapach przedstawionych na figurze 5. Na owych mapach wspomniane fragmenty murów nie odznaczają się wyraźnie od nawarstwień, ale tworzą razem strefę wysokooporową. Rozróżnienie opornościowe między murami a omówionymi nawarstwieniami jest jednak dobrze widoczne w wynikach interpretacji ilościowej (Fig. 3 i 4). W wyinterpretowanych, pionowych przekrojach 2D nawarstwienia cechują się opornością niższą niż anomalie W1, W2, W3 identyfikowane z wykrytymi murami.

Do odkrytego pomieszczenia piwnicznego prowadziło, od strony południowej, nakryte łukiem romańskim wejście. Od strony północnej, w pewnej fazie chronologicznej, pomieszczenie to zostało zaślepięte poprzecznym murem. Sklepienie zachowało się w pobliżu budynku kapelanki, a jego kontynuacja wraz z murami średniowiecznymi znajduje się pod tym budynkiem. Mury kapelanki nie powtarzają przebiegu murów średniowiecznych. Wzniesiono je na kamiennym fundamencie z zastosowaniem konstrukcji łukowej.

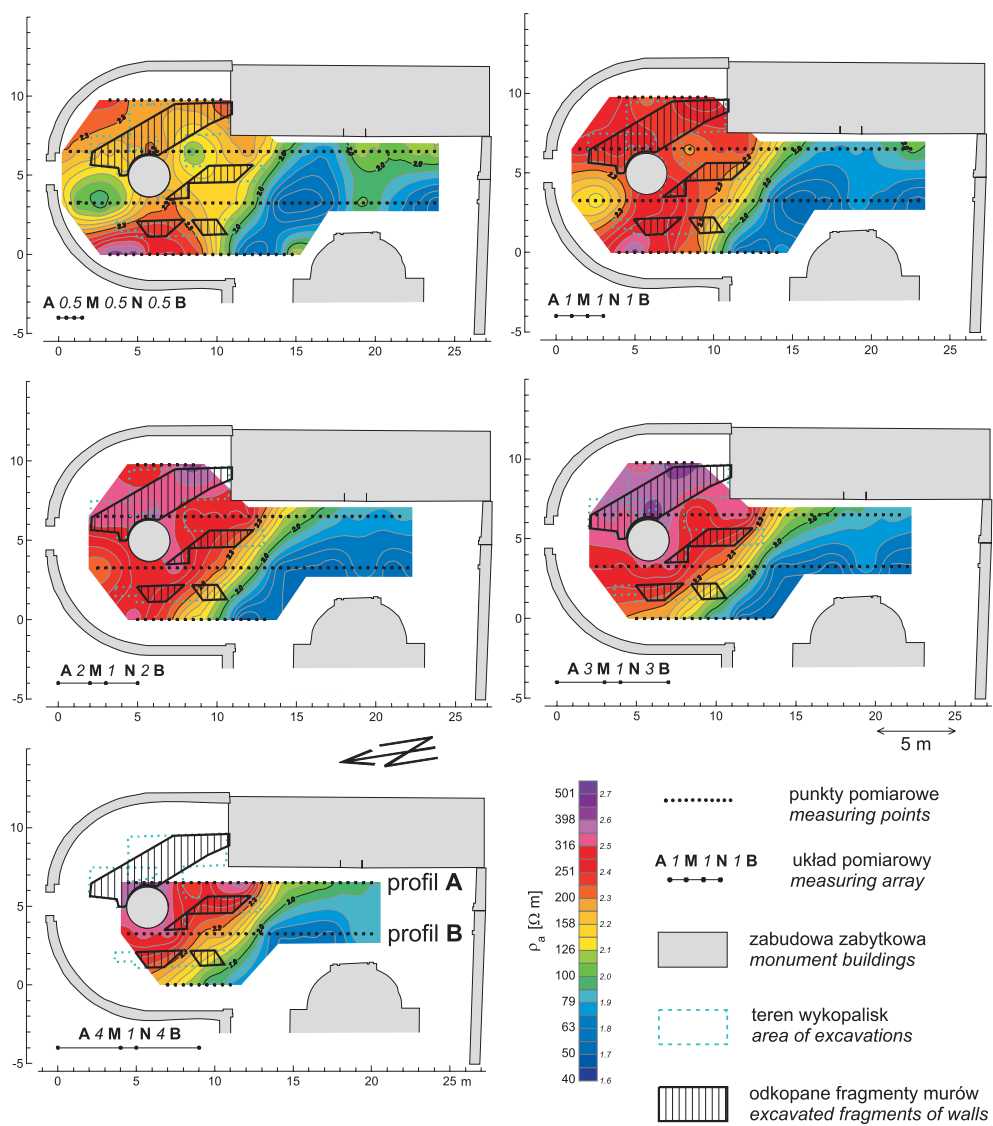


Fig. 5. Mapy oporności pozornej w rejonie badań II na podstawie profilowania elektrooporowego różnymi układami

Fig. 5. Apparent resistivity maps for the researched area no. II based on DC resistivity profiling with different arrays

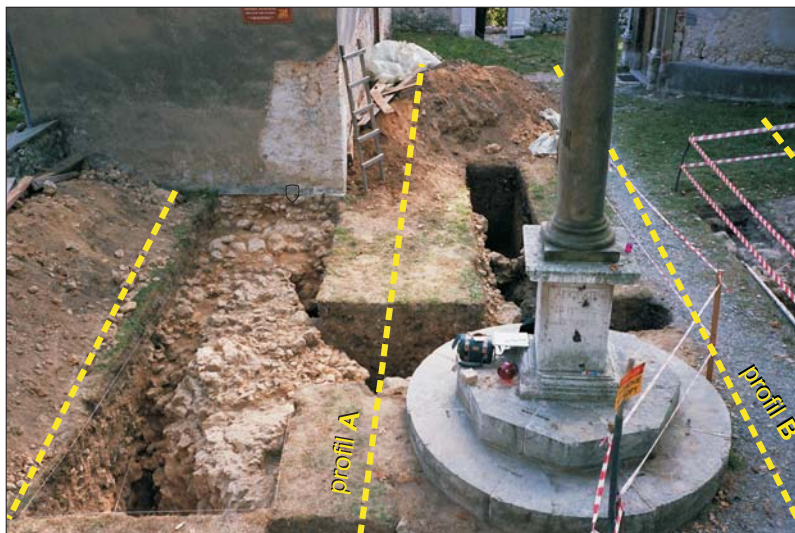


Fig. 6. Zdjęcie rejonu badań II z zaznaczonymi profilami elektrooporowymi

Fig. 6. Photo of the research area no. II with DC resistivity profiling lines

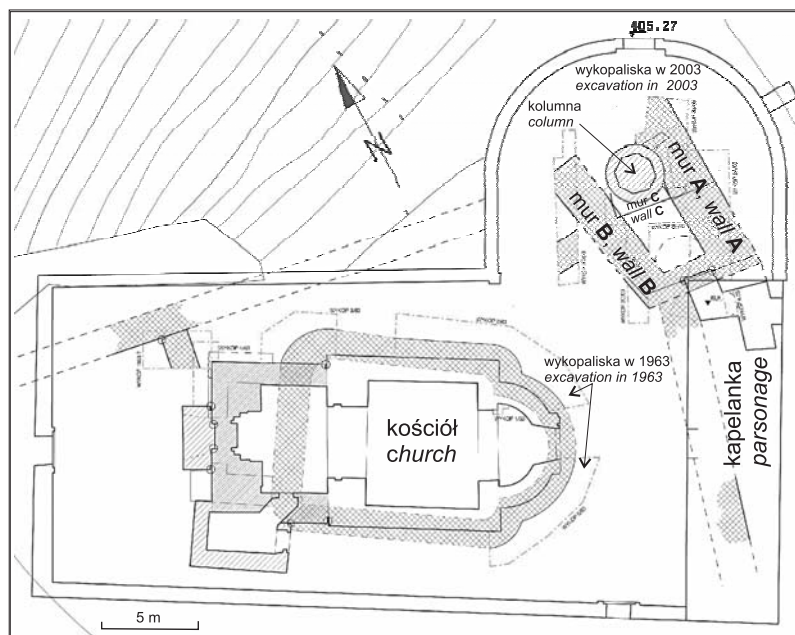


Fig. 7. Plan sytuacyjny rejonu II z wynikami prac wykopaliskowych

Fig. 7. Map of the research area no. II with results of archaeological survey

Aby zapewnić kontakt z pracującym sklepieniem piwnicy i starszymi murami na odcinkach, w których się przecinają, starano się też wykorzystać, tam gdzie było to możliwe, poziom dawnej pierwszej kondygnacji, wznosząc mur budynku kapelana bezpośrednio na murze starszym. Strop skały, na której spoczywa stopa fundamentowa średniowiecznych budowli, mierzony we wnętrzu piwnicy pod kapelanką, znajduje się na wysokości 401.1 m n.p.m., a próg bramy cmentarza wyznaczający przeciętny poziom jego powierzchni znajduje się na wysokości 405.3 m n.p.m. – daje to co najmniej 4.2 m antropogenicznych nawarstwień. Najwyższą „płaską” część majdanu stanowi strop skały na wysokości ok. 401 m n.p.m., czyli spąg badanych piwnic, stopy fundamentów znajdują się na tej samej wysokości co majdan. Stwierdzenie to ma duże znaczenie dla poznania przemian przestrzennych średniowiecznego założenia. Wskazuje bowiem na znaczne przemieszczenia mas ziemnych, nie tylko w obrębie fosy i wałów, ale również na terenie majdanu, który w pewnej fazie chronologicznej stał się wybierzyskiem dla pozyskania materiału skalnego i ziemnego, przemieszczonego na skalny cypel. Zabieg ten miał oczywiście związek z działaniami zmierzającymi do wzmocnienia funkcji obronnych miejsca – nadsypany stożek tworzył wyniosłość ponad poziom majdanu i dawał we wnętrzu otoczonym murowanymi fortyfikacjami zniwelowaną powierzchnię użytkową położoną wyżej, o co najmniej 3.5 m niż najwyższy poziom majdanu. Pomiary odkrytej budowli wykazały, że poziom posadzki pierwszej nad piwnicą kondygnacji musiał sięgać ok. 405.5 m n.p.m., czyli 4.5 m nad najwyższym poziomem majdanu. Nie wiadomo jeszcze, czy od zewnętrznej strony mury tej kurtyny do pewnego poziomu były pogrążone w nadsypanych nawarstwieniach, czy też 4.5 metra tego przewyższenia wykorzystano do uczynienia kurtyny trudniej dostępną. Z całą pewnością możemy mówić o odkryciu podpiwniczonej budowli, znajdującej się w centrum założenia obronnego i zaplanowanej jako element kurtyny wewnętrznego obwodu. Budowla ta odzwierciedla założenia architektury obronnej XIII wieku, w których obowiązywała reguła wiązania budynków mieszkalnych z przebiegiem obwodów obronnych. Poprzeczny mur C, zaznaczający się anomalią wysokooporową (kolor fioletowy od południowej strony kolumny – Fig. 5), przegradzający pomieszczenie piwniczne nie stanowił bezpośredniego wsparcia dla kolumny Salomei, której podstawa spoczywa na podsypce z rumoszu. Mur ten pochodzi, jak się zdaje, z innej niż kolumna fazy chronologicznej i jest zapewne dużo wcześniejszy (kolumna została ustawiona podczas prac prowadzonych nad barokowym założeniem przez Sebastiana Piskorskiego pod koniec XVII w.). Poza obszarem dotychczasowych badań archeologicznych znalazły się anomalie niskooporowe N1 i N2, których geneza musi jeszcze poczekać na wyjaśnienie.

PODSUMOWANIE

Badania historyczne, architektoniczne i archeologiczne przyniosły wiele nowych, często zaskakujących ustaleń dotyczących przeszłości zabytkowego zespołu architektoniczno-krajobrazowego w Grodzisku. Nie do przecenienia jest fakt zastosowania rozpoznania geofizycznego, którego wyniki w tym przypadku jako pierwsze wskazały istnienie koniecznych do zweryfikowania anomalii i posłużyły do planowania prac architektoniczno-archeologicznych.

Nie ulega wątpliwości, że odnalezione mury, zapewne dwutraktowej, budowli mieszkalno-obronnej, są jednym z najstarszych tego typu przykładów *architectura militaris* na ziemiach polskich. Należy je wiązać z zamkiem, który funkcjonował przy klasztorze Klarysek i na którego budowę zezwalał w dokumencie z 1257 roku książę Bolesław Wstydlivy ([...] *contra prefatas gentilium et ceterarum guerrarum emergentes molestias in dicto loco castrum forte edificare valeat* [...]). KDM, I, dok. LVII, s. 68–69). Istnienie tego zamku potwierdza też tekst *Żywota błogosławionej Salomei* ([...] *contra prefatas gentilium et ceterarum guerrarum emergentes molestias in dicto loco castrum forte edificare valea* [...]). KDM, I, dok. LVII, s. 68–69).

Artykuł przygotowano częściowo w ramach działalności statutowej – umowa AGH nr 11.11.140.06.

Praca była prezentowana na VI Konferencji Naukowo-Technicznej „Geofizyka w Geologii, Górnictwie i Ochronie Środowiska” w dniu 27 października 2006 r. na WGGiOŚ AGH w Krakowie.

LITERATURA

- Antoniuk J. & Mościcki W.J., 1994. Metoda penetracyjnego profilowania oporności elektrycznej – przykłady zastosowań. *Przegląd Geologiczny*, 42, 10, 857–862.
- Dahlin T., 1996. 2D resistivity surveying for environmental and engineering applications. *First Break*, 14, 7, 275–283.
- Domogalla W., 2005. *Historia i przeobrażenia przestrzenne grodu, zamku i klasztoru S.S. Klarysek w grodzisku pod Skałą*. Politechnika Krakowska, Kraków (rozprawa doktorska).
- Dreścik J., 1987. Kwiatki świętej pustyni B. Salomei Panny, na Skale s. Maryey. Treści ideowe barokowej pustelni bł. Salomei w Grodzisku koło Skały. *Folia Historiae Artium*, 23, 1987, 37–84.
- Loke H., 2003. Rapid 2D Resistivity & IP Inversion using the least-squares method. *Geotomo Software, Manual*, 122.
- Loke M.H. & Barker R.D., 1996a. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections using a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting*, 44, 131–152.
- Loke M.H. & Barker R.D., 1996b. Practical techniques for 3D resistivity surveys and data inversion. *Geophysical Prospecting*, 44, 499–523.
- Misiewicz K., 1998. *Metody geofizyczne w planowaniu badań wykopaliskowych*. Instytut Archeologii i Etnologii PAN, Warszawa, 199.
- Mościcki W.J. & Antoniuk J., 1999. Metoda obrazowania elektrooporowego (resistivity imaging). Przykład badań dla celów geologiczno-inżynierskich. *Materiały V Konf. N.-T. „Geofizyka w Geologii, Górnictwie i Ochronie Środowiska”*, Kraków 23.06.1999, 315–325.

- Piskorski S., 1691. *Kwiecie żywota błogosławionej Salomei panny księżnej polski królowej Halickiej zakonu św. Klary Polsce fundatorce*. Kraków.
- Zin W. & Grabski W., 1969. Badania nad wczesnośredniowiecznym zespołem w Grodzisku koło Skały. *Sprawozdania z Posiedzeń Komisji Oddziału PAN w Krakowie*, 13, 334–336.

Summary

Monumental archaeological and landscape complex in Grodzisko (Małopolska province, south Poland) is located within Ojcowski National Park. It occupies a limestone rock cape hanging about 50 meters above the Prądnik river valley (Fig. 1). Its history goes back to the Middle Ages, but its special character is connected with XVII age and the name of The Blessed Salomea. The complex was investigated historically and archaeologically in 60-ties and 90-ties of the XX century and lately in 2003. Results of geophysical research played an important role in planning archaeological excavations and analysis of historical events. The resistivity research was conducted in two areas (Fig. 1). Penetrometer-based resistivity profiling – area of research no. I – indicated different cultural accumulation layers within embankments of the courtyard (Fig. 2). These results were used for excavation planning and for formulating some idea about chronology of the historical events. In the next research area, II, the resistivity imaging was made along five lines. Constructed apparent resistivity maps showed distinct high-resistivity zones (Fig. 5). The zones might be an effect of the presence of underground fragments of historical walls. Inversion of the resistivity imaging data for lines A and B resulted in 2D cross-sections (Figs 3, 4). The location and shape of the historical walls (violet color) and the presence of rubbles (red color) is here very clear. The results of resistivity imaging research were well confirmed by archaeological excavations (Figs 6, 7). Complex analysis of historical and archeological data leads to the opinion that discovered walls are remnants of the building of defense-residential character, probably one of the oldest examples of the *architectura militaris* on the area of Poland. It may be connected with the castle (built according to the written permission of the Bolesław Wstydlivy polish prince in 1257) that existed near the Clarisse convent.